

28.08.18
4871

3

05.1

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»

Н. В. ЦУРИКОВА, А. Г. ЦУРИКОВ

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ. ГЕНЕТИКА

Практическое руководство
для иностранных слушателей подготовительного отделения
биологического профиля

УДК 9403 0003

Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»
БИБЛИОТЕКА

Гомель
ГГУ им. Ф. Скорины
2016

2018

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ И

УДК 573(076)
ББК 28.0я73
Ц871

Рецензенты:
кандидат биологических наук А. В. Гулаков,
кандидат биологических наук В. В. Голубков

Рекомендовано к изданию
научно-методическим советом учреждения образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»

Цурикова, Н. В.
Ц871 Общая биология. Генетика : практическое руководство /
Н. В. Цурикова, А. Г. Цуриков ; М-во образования Республики
Беларусь, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ
им. Ф. Скорины, 2016. – 40 с.
ISBN 978-985-577-193-8

Практическое руководство включает краткий теоретический курс,
сопровождаемый схемами, таблицами, рисунками, по разделу «Генетика».
Предназначено для иностранных слушателей подготовительного
отделения биологического профиля.

УДК 573(076)
ББК 28.0я73

ISBN 978-985-577-193-8

© Цурикова Н. В., Цуриков А. Г., 2016
© Учреждение образования «Гомельский
государственный университет
имени Франциска Скорины», 2016

Оглавление

Предисловие	4
1 Обмен веществ и превращение энергии в клетке	5
2 Биосинтез белка	9
3 Деление клеток. Митоз	13
4 Деление клеток. Мейоз	16
5 Размножение организмов	21
6 Индивидуальное развитие организмов	25
7 Основы генетики	30
8 Наследственность	33
9 Изменчивость	37
Литература	40

Предисловие

Участие высшей школы Республики Беларусь в подготовке кадров для зарубежных стран является традиционным и перспективным компонентом ее международной деятельности. Это предопределяет необходимость разработки и внедрения новых перспективных технологий обучения иностранных студентов.

Непременным компонентом образовательной программы иностранных студентов является их подготовка к обучению в высшем учебном заведении.

Довузовская подготовка по биологии имеет свою специфику, обусловленную общей особенностью системы довузовского обучения иностранных студентов. Ее можно охарактеризовать как «обучение на неродном языке учащихся, параллельно овладевающих языком обучения, ориентированных на определённую профессиональную область и имеющих национально-специфический опыт учебной деятельности, в условиях интенсивной социально-биологической адаптации и межкультурного взаимодействия».

В связи с этим целью нашего издания явился поиск путей оптимизации преподавания дисциплины «Биология» иностранным слушателям на подготовительном отделении университета, способов облегчения восприятия и усвоения информации слушателями, ее систематизации, а также повышения интереса слушателей к этой учебной дисциплине.

Работы по методическому сопровождению и обеспечению дисциплины были начаты с разработки материала для отдельных лабораторных занятий с учетом программы для поступающих по биологии.

Практическое пособие включает краткий теоретический курс, сопровождаемый схемами, таблицами, рисунками.

Слушатели, при условии добросовестной работы над учебным материалом, имеют возможность получить уровень подготовки, необходимый для поступления и обучения в высшем учебном заведении Республики Беларусь.

1 Обмен веществ и превращение энергии в клетке

Обмен веществ – метаболизм, включает в себя пластический и энергетический обмен.

В ходе энергетического обмена клетка обеспечивается энергией – сложные вещества, поступающие с пищей (белки, жиры и углеводы) распадаются на более простые, при этом энергия выделяется (в виде молекул АТФ).

В ходе пластического обмена из более простых веществ «собираются» собственные более сложные вещества, при этом клетка обеспечивает «строительным материалом», а энергия поглощается (расходуется молекулы АТФ). К пластическому обмену относятся биосинтез белка, фотосинтез (синтез углеводов в зелёных растениях).

Энергетический обмен происходит в три этапа: подготовительный, бескислородный и кислородный.

Подготовительный этап. Сложные вещества, поступившие с пищей в желудочно-кишечном тракте, распадаются до более простых: белки до аминокислот, углеводы до глюкозы, жиры до глицерина и жирных кислот, после чего они всасываются в кровь и разносятся к каждой клетке, где вовлекаются в различные химические процессы.

Бескислородный этап – гликолиз, происходит в цитоплазме клетки. В ходе гликолиза образуется 2 молекулы АТФ.

Кислородный этап, или клеточное дыхание, происходит в митохондриях (рисунок 1). В ходе последовательных химических реакций происходит синтез (образование) 36 молекул АТФ.

Фотосинтез. Всё живое на Земле зависит от солнечной энергии, которая преобразуется в энергию химических связей органических веществ в результате процесса фотосинтеза.

Фотосинтез – это процесс образования сахаров (углеводов) из углекислого газа (CO_2) и воды под действием солнечного света в хлоропластах зелёных растений.

В ходе последовательных химических реакций фотосинтеза энергия солнечного света преобразуется в энергию химических связей. Другими словами, в ходе фотосинтеза образуются углеводы, которые служат источником энергии всем живым существам, которые питаются растениями.

Также в результате фотосинтеза в атмосферу выделяется кислород, используемый большинством живых организмов (аэробами) для дыхания.

Выделяют световую и темновую фазы фотосинтеза (рисунок 2).

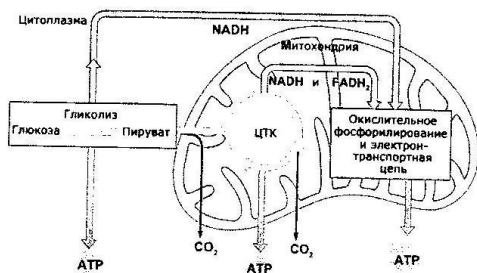


Рисунок 1 – Схема энергетического обмена

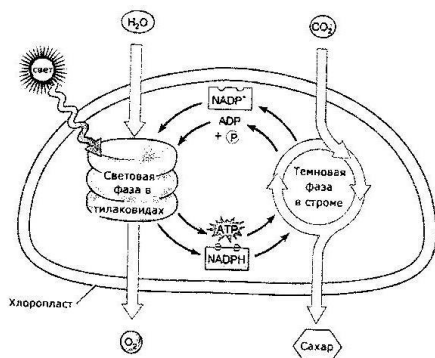


Рисунок 2 – Схема фотосинтеза

Световая фаза протекает в гранах хлоропластов. В ходе световой фазы расщепляется вода (фотолиз воды), выделяется кислород и образуются молекулы АТФ. В световую фазу источником энергии служит солнечный свет.

Темновая фаза протекает в строме хлоропластов. Источником энергии служат молекулы АТФ. При наличии CO_2 (углекислого газа) и соединений, образовавшихся в световых реакциях, фотосинтез путем ряда сложных последовательных химических превращений, образуются разнообразные соединения, основными из которых являются углеводы (сахара).

Вопросы для самоконтроля

1. Какие вещества образуются в результате энергетического обмена?
2. Какие вещества образуются в результате пластического обмена?
3. Какие процессы относят к пластическому обмену?
4. Назовите этапы энергетического обмена.
5. Какие вещества образуются в ходе подготовительного этапа энергетического обмена?
6. Какие вещества образуются в ходе гликолиза?
7. Какие вещества образуются в ходе кислородного этапа энергетического обмена?
8. Дайте определение понятию фотосинтез.
9. Назовите вещества, образующиеся в результате фотосинтеза.
10. Какие фазы фотосинтеза выделяют?
11. Назовите продукты световой фазы фотосинтеза.
12. Назовите продукты темновой фазы фотосинтеза.
13. Подпишите рисунки 3 и 4.
14. Заполните словарь (таблица 1).

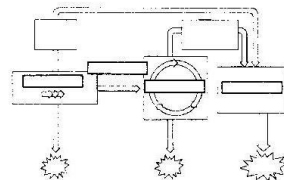


Рисунок 3 – Основные продукты энергетического обмена

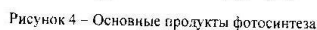


Таблица 1 – Словарь к теме 1

на русском языке	Написание слова на английском языке	на родном языке
обмен веществ	metabolism	
метаболизм	metabolism	
пластический обмен	plastic metabolism	
энергетический обмен	energy metabolism	
строительный материал	building material	
поглощать	consume	
биосинтез белка	protein biosynthesis	
подготовка	preparation	
бескислородный этап	glycolysis	
кислородный этап	oxidative decarboxylation of pyruvate	
аминокислоты	amino acids	
глицерин	glycerol	
карбоновые кислоты	carboxylic acid	
гликолиз	glycolysis	
химические связи	chemical bond	
источник энергии	energy source	
световая фаза фотосинтеза	light-dependent reactions of photosynthesis	
темновая фаза фотосинтеза	light-independent reactions of photosynthesis	
фотоллиз воды	photolysis of water	
последовательно	successively	

2 Биосинтез белка

Белки состоят из аминокислот (рисунок 5). У каждого организма существуют различия в строении одного и того же белка.

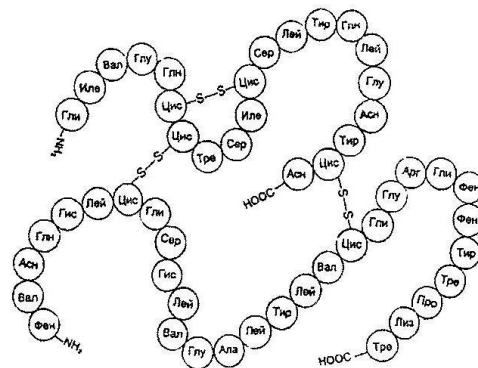


Рисунок 5 – Строение белка инсулина

Различия в строении белка обеспечиваются особой, «собственной» для каждого организма последовательностью аминокислот в белке. Информация о том, в какой последовательности должны располагаться аминокислоты в белке, зашифрована в ДНК. Участок молекулы ДНК, несущий информацию о последовательности аминокислот в белке, называется геном.

Молекула ДНК находится в ядре и представляет собой двойную спираль. При биосинтезе белка на каком-либо участке молекулы ДНК происходит раскручивание двойной спирали (рисунок 6). Далее по подобию одной из цепей ДНК в ядре собирается молекула информационной РНК (иРНК) (матричной – мРНК), таким образом, генетическая информация о строении белка с ДНК переписывается на иРНК. Этот процесс называется транскрипцией.

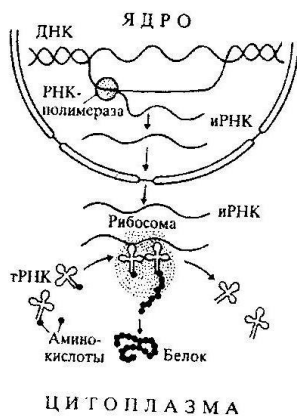


Рисунок 6 – Биосинтез белка

иРНК через ядерные поры выходит в цитоплазму, где на нее прикрепляется рибосома. Рибосома начинает продвигаться вдоль иРНК. В процессе одного такого шага происходит присоединение одной аминокислоты – так последовательно происходит сборка молекулы белка. Аминокислоты доставляются в рибосому специальными транспортными РНК. Один конец тРНК подходит к определенному участку иРНК как ключ к замку. Для какого именно участка иРНК

«подбирается» подходящая для него тРНК (с соответствующей аминокислотой), определяется положением рибосомы. Так как рибосома продвигается последовательно по иРНК, аминокислоты собираются в молекулу белка в строго определенном порядке, изначально заданном молекулой ДНК. Этот процесс называется трансляцией.

Так осуществляется сборка «собственных» индивидуальных для каждого организма белков.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Приведите примеры белков.
- 2 Какие функции в организме выполняют белки?
- 3 Из каких веществ состоят белки?
- 4 Где зашифрована информация о последовательности аминокислот в белке?
- 5 Дайте определение понятию ген.
- 6 Дайте определение понятию транскрипция.
- 7 Поясните, как происходит трансляция.
- 8 Назовите виды РНК.
- 9 Подпишите рисунок 7.
- 10 Заполните словарь (таблица 2).

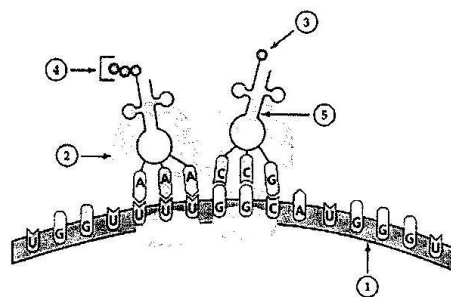


Рисунок 7 – Трансляция

Таблица 2 – Словарь к теме 2

на русском языке	Написание слова	на английском языке	на родном языке
кератин	keratin		
волосы	hair		
перья	feathers		
рога	horns		
ногти	nails		
миозин	myosin		
фибриноген	fibrinogen		
свертывание крови	blood coagulation		
гемоглобин	hemoglobin		
аминокислоты	amino acids		
инсулин	insulin		
последовательность	sequence		
ген	gene		
двойная спираль	double spiral		
раскрутить	untwist		
информационная РНК	messenger RNA		
транскрипция	transcription		
транспортная РНК	transfer RNA		
трансляция	translation		

3 Деление клеток. Митоз

Одним из признаков живых организмов является рост. Рост особи осуществляется благодаря увеличению числа клеток в результате деления клеток – митоза (рисунок 8).

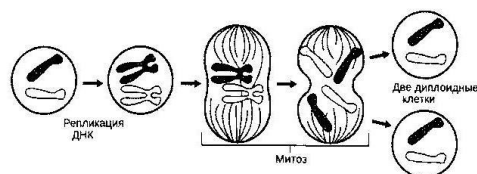


Рисунок 8 – Жизненный цикл клетки

Митозу предшествует интерфаза – подготовка клетки к делению, в ходе которой происходит удвоение носителей наследственного материала – хромосом. Процесс удвоения хромосом называется репликацией. В результате репликации каждая хромосома состоит из двух сестринских хроматид (в основе каждой – молекула ДНК).

Когда подготовка клетки к делению заканчивается, начинается непосредственно митоз. В митозе выделяют четыре фазы: профазу, метафазу, анафазу и телофазу (рисунок 9).

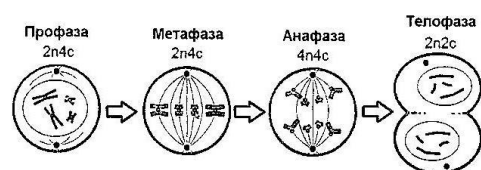


Рисунок 9 – Фазы митоза

В профазу митоза происходит уплотнение и упаковка наследственного материала – хроматина в хромосомы (каждая хромосома

состоит из двух сестринских). Исчезает ядерная оболочка и ядрышко. Начинает формироваться веретено деления, появляется сеть микротрубочек.

В метафазу происходит образование так называемой метафазной пластинки – хромосомы прикрепляются к микротрубочкам веретена деления и выстраиваются на экваторе клетки.

Анафаза митоза самая короткая. Сестринские хроматиды отделяются друг от друга и расходятся к разным полюсам клетки. Так у каждого полюса собирается диплоидный набор хромосом (2n).

В телофазу митоза происходит раскручивание хромосом обратно в хроматин. Вокруг хроматина у каждого полюса формируется ядерная оболочка и ядрышко. Далее происходит деление цитоплазмы, образуются две дочерние клетки.

Таким образом, митоз – деление с образованием двух дочерних клеток с диплоидным набором хромосом (как и у материнской клетки). Биологический смысл митоза заключается в том, что митоз обеспечивает постоянство числа хромосом во всех клетках организма (кроме половых), вследствие чего все клетки имеют одну и ту же наследственную информацию (ДНК).

Вопросы для самоконтроля

1. Благодаря какому делению осуществляется рост организма?
2. Дайте определение понятию «интерфаза».
3. Дайте определение понятию «репликация».
4. Какое строение имеет хромосома после репликации?
5. Перечислите фазы митоза.
6. Опишите события профазы.
7. Опишите события метафазы.
8. Опишите события анафазы.
9. Какой набор хромосом собирается у каждого полюса?
10. Опишите события телофазы.
11. Сколько дочерних клеток образуется в результате митоза?
12. В чём заключается биологический смысл митоза?
13. Подпишите буквенные обозначения рисунка 10.
14. Заполните словарь (таблица 3).

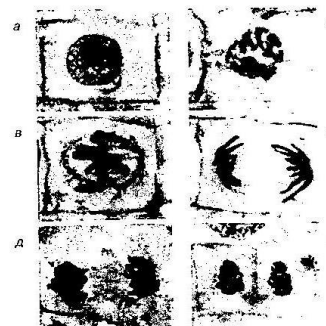


Рисунок 10 – Митоз в клетках корешка лука

Таблица 3 – Словарь к теме 3

на русском языке	Написание слова	
	на английском языке	на родном языке
рост	growth	
митоз	mitosis	
интерфаза	interphase	
подготовка	preparation	
репликация	replication	
хроматида	chromatid	
профаза митоза	prophase of mitosis	
метафаза	metaphase	
анафаза	anaphase	
телофаза	telophase	
ядерная мембрана	nuclear membrane	
ядрышко	nucleolus	
сеть микротрубочек	microtubule network	
экватор	equator	
полюс	pole	
хроматин	chromatin	
цитоплазма	cytoplasm	
постоянство	stability	

4 Деление клеток. Мейоз

У организмов, размножающихся половым путём, имеются две категории клеток: диплоидные соматические (из них построено тело особи) и гаплоидные половые (гаметы) (рисунок 11).



Рисунок 11 – Хромосомы в диплоидных соматических клетках (А) и в гаплоидных половых клетках (В)

При образовании половых клеток происходит деление другого типа – мейоз, направленное на уменьшение наследственного материала (хромосом) вдвое. Таким образом, при слиянии гамет родительских особей восстанавливается диплоидность соматических клеток дочернего организма, а это значит, что в ряду поколений количество хромосом остается постоянным (рисунок 12).

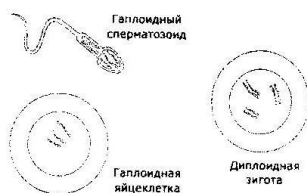


Рисунок 12 – Восстановление диплоидности, при слиянии двух половых гаплоидных клеток

Мейоз включает в себя два последовательных деления – мейоз I и мейоз II, в каждом из которых выделяют профазу, метафазу, анафазу и телофазу.

В интерфазу перед мейозом I происходит удвоение хромосом – репликация (рисунок 13).

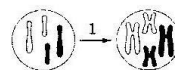


Рисунок 13 – Репликация

Профаза I начинается со спирализации хромосом, гомологичные хромосомы сближаются, образуя пары. Далее происходит процесс конъюгации – гомологичные хромосомы сближаются по всей длине и тесно переплетаются друг с другом. Во время конъюгации может происходить обмен определёнными участками гомологичных хромосом – кроссинговер (рисунок 14).

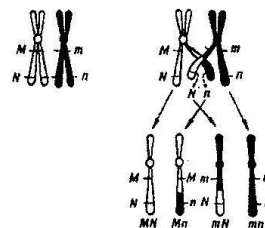


Рисунок 14 – Кроссинговер

После этого гомологичные хромосомы начинают отходить друг от друга. Исчезают ядрышки, ядерная оболочка разрушается, формируется веретено деления.

В метафазу I гомологичные хромосомы выстраиваются на экваторе клетки, образуя метафазную пластинку.

В анафазу I гомологичные хромосомы отходят к разным полюсам клетки. Каждая из хромосом состоит из двух сестринских хроматид.

В телофазу I хромосомы деспирализуются, формируются ядерные оболочки, деление цитоплазмы происходит не всегда. Таким образом,

образуются две гаплоидные клетки (с удвоенной ДНК), так как гомологичные хромосомы попадают в разные дочерние клетки.

Интерфаза между мейозом I и мейозом II короткая, удвоения ДНК не происходит. Мейоз II протекает в двух образовавшихся клетках, по своей сути он не отличается от митоза.

В профазу II спирализуются хромосомы, каждая из которых состоит из двух хроматид, исчезают ядрышки, разрушается ядерная оболочка, формируется веретено деления. В метафазу II образуется метафазная пластинка на экваторе клетки. В анафазу II сестринские хроматиды расходятся к полюсам клетки. В телофазу II хромосомы деспирализуются, формируются ядрышки и ядерная оболочка, происходит деление цитоплазмы. В результате процесса образуются четыре гаплоидные клетки (рисунок 15).

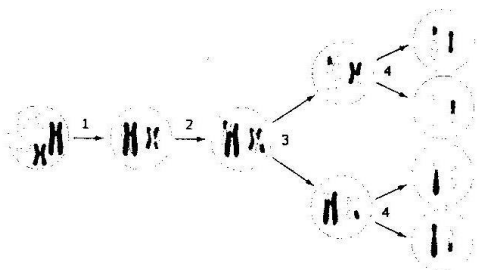


Рисунок 15 – Схема мейоза

Вопросы для самоконтроля

1. Благодаря какому делению образуются половые клетки?
2. Подпишите буквенные обозначения рисунка 16.
3. Охарактеризуйте фазы мейоза.
4. Заполните таблицу 4.
5. Заполните словарь (таблица 5).

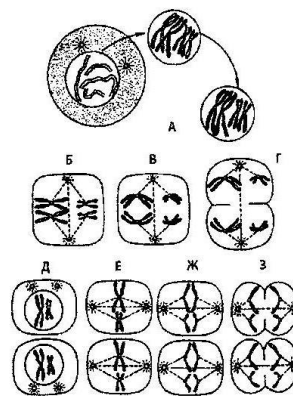


Рисунок 16 – Фазы мейоза

Таблица 4 – Сравнительная характеристика митоза и мейоза

Признаки	Митоз	Мейоз
В каких клетках происходит?		
Фазы деления		
Сколько делений включает?		
Что происходит с ДНК в интерфазе перед началом деления?		
Что происходит между делениями?		
Происходит конъюгация?		
Происходит кроссинговер?		
Хромосомы или хроматиды расходятся при делении?		
Сколько дочерних клеток образуется в результате деления?		
Изменяется ли число хромосом в дочерних клетках?		

Таблица 5 – Словарь к теме 4

на русском языке	Написание слова на английском языке	на родном языке
мейоз	meiosis	
половое размножение	sexual reproduction	
диплоидные	diploid	
соматические	somatic	
гаплоидные	haploid	
гаметы	gametes	
половые клетки	germ cells	
спора	spore	
направленное	directed	
слияние	merger	
ряд поколений	number of generations	
постоянно	constantly	
последовательно	successively	
удвоение	duplication	
профаза	prophase	
метафаза	metaphase	
анафаза	anaphase	
телофаза	telophase	
гомологичные	homologous	
пары	vapor	
конъюгация	conjugation	
переплетаются	weave	
определённый	certain	
кроссинговер	crossover	
формирование	formation	
экватор	equator	
пластинка	plate	
полюс	polc	
хроматиды	chromatid	
деспирализуются	dispiralized	
спираль	spiral	

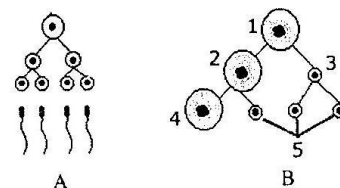
5 Размножение организмов

Выделяют два основных типа размножения: *бесполое* и *половое*. Бесполое размножение характеризуется тем, что дочерние клетки идентичны родительским.

Половое размножение характеризуется рекомбинацией (перегруппировкой) наследственной информации, таким образом дочерний организм совмещает в себе признаки материнского и отцовского организмов. Рекомбинация наследственной информации достигается за счёт процессов конъюгации и кроссинговера, а также независимым расхождением хромосом во время мейоза.

Половые клетки материнского и отцовского организмов отличаются друг от друга строением, размерами и формой. Женские половые клетки называются – *яйцеклетками*, мужские – *сперматозоидами* (или спермиями). Яйцеклетка отличается большими размерами, наличием запаса питательных веществ и неподвижностью. Сперматозоиды – это мелкие, подвижные клетки. Процесс образования половых клеток носит название – *гаметогенез*.

В основе гаметогенеза лежит два последовательных деления мейоза. Гаметогенез мужских и женских половых клеток имеет различия, характерные как для животных, так и для растений. При образовании мужских гамет выделяют все четыре продукта (клетки) мейоза (рисунок 17). При образовании женских гамет у животных и у растений из четырёх продуктов мейоза выживает только один, образующий ядро яйцеклетки.



А – Сперматогенез; В – Оогенез; 1 – ооцит 1-го порядка;
2 – ооцит 2-го порядка; 3 – первое полярное тельце; 4 – яйцеклетка;
5 – вторичные полярные тельца

Рисунок 17 – Гаметогенез

Слияние мужской и женской половых клеток называется – **оплодотворением**. В результате оплодотворения образуется **зигота**, из которой в дальнейшем развивается зародыш. У животных различают **внутреннее** (в половых путях самки) и **наружное** (вне половой системы самки) **оплодотворение**. У споровых растений (водоросли, мхи, плауны, хвощи, папоротники), в отличие от семенных растений (голосеменные и покрытосеменные) для процесса оплодотворения необходима вода. У покрытосеменных (цветковых) растений происходит **процесс двойного оплодотворения** (рисунок 18).

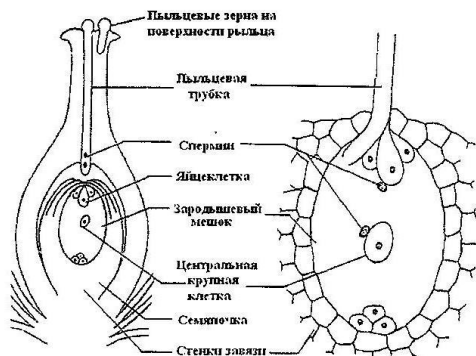
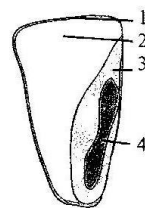


Рисунок 18 – Двойное оплодотворение цветковых растений

В нем участвуют два спермия, яйцеклетка и так называемая центральная клетка. Один из спермиев сливается с яйцеклеткой, с образованием диплоидного ($2n$) зародыша. Другой спермий сливается с центральной клеткой с образованием триплоидного эндосперма ($3n$) – запасных питательных веществ, которые будут расходоваться для процессов прорастания зародыша семени (рисунок 19).



1 – семенная кожура; 2 – эндосперм; 3 – семядоля; 4 – зародыш

Рисунок 19 – Строение семени

Вопросы для самоконтроля

1. Какие типы размножения выделяют?
2. Чем характеризуется бесполое размножение?
3. Чем характеризуется половое размножение?
4. За счёт каких процессов происходит рекомбинация?
5. Как называются женские половые клетки?
6. Как называются мужские половые клетки?
7. По каким признакам яйцеклетка отличается от сперматозоидов?
8. Дайте определение понятию гаметогенез.
9. Какой процесс лежит в основе гаметогенеза?
10. Чем отличается гаметогенез мужских и женских половых клеток?
11. Дайте определение понятию оплодотворение.
12. Что образуется в результате оплодотворения?
13. Что развивается из зиготы?
14. Каким растениям необходима вода для процесса оплодотворения?
15. Опишите процесс двойного оплодотворения цветковых растений.
16. Заполните словарь (таблица 6).

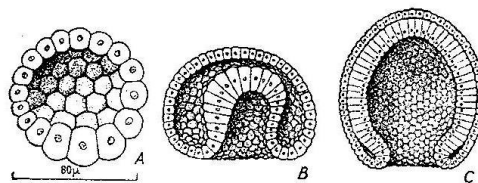
Таблица 6 – Словарь к теме 5

Написание слова		
на русском языке	на английском языке	на родном языке
бесполое размножение	asexual reproduction	
рекомбинация	recombination	
конъюгация	conjugation	
независимо	independently	
расходится	diverge	
строение	structure	
размерам	size	
форма	shape	
яйцеклетка	egg cell	
сперматозоиды	sperm cells	
запас питательных веществ	supply of nutrients	
гаметоогенез	gametogenesis	
сперматогенез	spermatogenesis	
оогенез	oogenesis	
ооцит	oocyte	
полярное тельце	polar body	
оплодотворение	fertilization	
зигота	zygote	
внутреннее	internal fertilization	
оплодотворение		
споровые растения	cryptogam	
водоросли	algae	
мхи	mosses	
папоротники	lycopodium	
хвощи	horsetails	
папоротники	ferns	
семенные растения	seed plants	
голосеменные	gymnosperms	
покрытосеменные	angiosperms	
процесс двойного	double fertilization	
оплодотворения	process	
эндосперм	endosperm	
семенная кожура	seed coat	
семядоля	cotyledon	

6 Индивидуальное развитие организмов

Индивидуальное развитие организма с момента оплодотворения яйцеклетки называется **онтогенезом**. В ходе онтогенеза зигота претерпевает ряд превращений. У семенных растений зародыш развивается внутри семени, у животных внутри яйца или внутри материнского организма – это **эмбриональный период онтогенеза**.

У животных в эмбриональном периоде выделяют несколько стадий: **дробление, гаструляция, образование тканей и органов**. Во время дробления идет ряд последовательных митотических делений, при которых в интерфазу не происходит роста клеток, и поэтому их размеры уменьшаются после каждого деления. Образуется один слой клеток с полостью внутри – **бластула** (рисунок 20). На стадии гаструляции часть клеток бластулы впячивается внутрь, с образованием двухслойного зародыша – **гаструлы**. Слои клеток гаструлы получили название зародышевых листков. Наружный зародышевый листок называется **эктодермой**, внутренний – **энтодермой**. В ходе дальнейшего развития зародыша между эктодермой и энтодермой у большинства животных закладывается третий зародышевый слой клеток – **мезодерма**.



А – бластула; В – ранняя гаструла; С – поздняя гаструла

Рисунок 20 – Стадии эмбрионального развития

Эмбриональный период завершается рождением или вылуплением у животных и прорастанием у растений (рисунок 21).

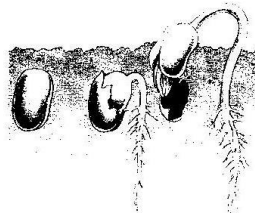


Рисунок 21 - Прорастание семени

Постэмбриональное развитие у животных бывает двух видов: **прямое** (рождённый организм подобен взрослому) и **непрямое** с превращением (через стадию личинки, которая отличается по многим признакам от взрослого организма) (рисунок 22).

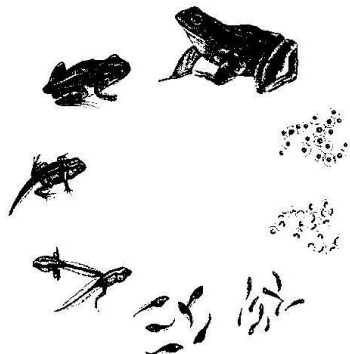
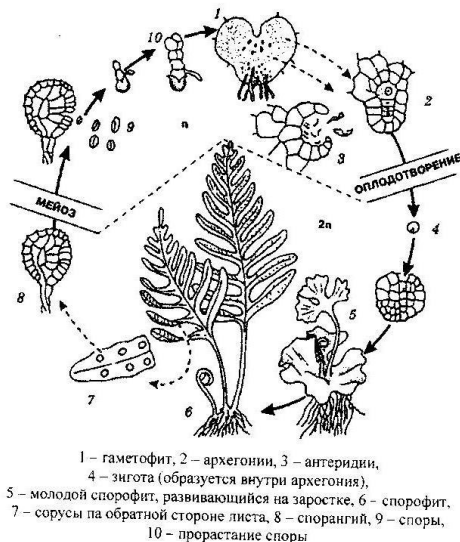


Рисунок 22 - Цикл развития лягушки

Последовательность стадий развития, через которые проходят особи, от зиготы одного поколения до зиготы следующего поколения называется **жизненным циклом**. В некоторых случаях жизненные циклы сопровождаются **чередованием поколений**: полового и бесполого.

Чередование поколений характерно для растений и некоторых примитивных животных (кишечнополостных). Так, у растений происходит чередование диплоидного спорообразующего поколения, называемого **спорофитом**, и гаплоидного, образующего половые клетки поколения, называемого **гаметофитом** (рисунок 23).



1 - гаметофит, 2 - архегонии, 3 - антеридии, 4 - зигота (образуется внутри архегонии), 5 - молодой спорофит, развивающийся на заростке, 6 - спорофит, 7 - сорусы на обратной стороне листа, 8 - спорангий, 9 - споры, 10 - прорастание споры

Рисунок 23 - Цикл развития папоротника

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение понятию онтогенез.
2. Назовите стадии эмбрионального развития.
3. Что образуется в результате дробления?
4. Как называется двуслойный зародыш?
5. Назовите зародышевые листки.
6. Назовите типы постэмбрионального развития.
7. Дайте определение понятию жизненный цикл.
8. Для каких организмов характерно чередование поколений?
9. Дайте определение понятиям гаметофит и спорофит.
10. Заполните словарь (таблица 7).

Таблица 7 – Словарь к теме 6

на русском языке	Написание слова	
	на английском языке	на родном языке
1	2	3
индивидуальное развитие	individual development	
онтогенез	ontogenesis	
зигота	zygote	
превращение	transformation	
семенные растения	seed plants	
зародыш	embryo	
эмбриональный период	embryonic period of ontogenesis	
онтогенеза		
дробление	crushing	
гастрляция	gastrulation	
образование тканей и органов	formation of tissues and organs	
последовательных	consecutive	
полость	cavity	
бластула	blastula	
впачивается внутрь	invaginates inside	
двухслойный	double-layer	
гастрала	gastrula	
зародышевые листки	germ layers	
наружный	outer	
эктодерма	ectoderm	
внутренний	inside	
энтодерма	entoderm	
мезодерма	mesoderm	
рождение	birth	

Окончание таблицы 7

1	2	3
вылупление	hatching	
прорастание	germination	
постэмбриональное развитие	postembryonic development	
прямое развитие	direct development	
подобие	similar	
непрямое развитие	indirect development	
превращение	transformation	
стадия	stage	
личинка	larva	
особь	individual	
жизненный цикл	life cycle	
сопровождаются	accompanied by	
чередование поколений	alternation of generations	
примитивный	primitive	
кишечнополостные	coelenterates	
спорообразующий	spore-forming	
спорофит	sporophyte	
гаметофит	gametophyte	

7 Основы генетики

Закономерности процессов *наследственности* (способность организмов передавать свои признаки по наследству) и *изменчивости* (способность организмов приобретать новые признаки) изучает наука *генетика*.

Механизм удвоения ДНК при митозе настолько близок к совершенству, что возможности для генетической изменчивости у организмов, размножающихся бесполом способом, очень незначительны. У организмов, размножающихся половым путем, источниками генетической изменчивости являются процессы – кроссинговера и независимого расхождения хромосом во время мейоза, а также случайное сочетание гамет при оплодотворении – любая мужская гамета теоретически способна слиться с любой женской гаметой.

Носителем наследственной информации служит молекула ДНК (для вирусов эту роль наряду с ДНК может выполнять и РНК). Участок молекулы ДНК, несущий информацию о последовательности аминокислот одного белка, называется – *геном*. Каждый ген имеет свое название полное и краткое (символ гена). В учебниках, как правило, используются условные символы из одной буквы (А, В). Каждый ген в хромосоме занимает строго определенное место – *локус*.

В соматических клетках диплоидный набор хромосом. Одинаковые по форме, размеру и набору генов – *гомологичные хромосомы* образуют пары. Одна хромосома из пары наследуется от матери, другая от отца. *Аллельные гены (аллель)* располагаются в одинаковых локусах (местах) гомологичных хромосом и кодируют один и тот же белок. Аллели одного гена обозначают одной буквой (А или а) (рисунок 24).

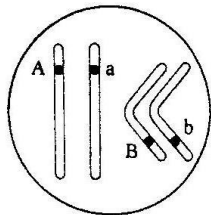


Рисунок 24 – Аллельные гены

30

Гомозиготы – особи, у которых в идентичных локусах гомологичных хромосом присутствуют одинаковые аллели (АА или аа). Гомозиготы дают один сорт гамет (рисунок 25).

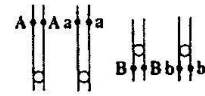


Рисунок 25 – Гомозиготы

Гетерозиготы – особи, у которых в идентичных локусах гомологичных хромосом присутствуют разные аллели (Аа), дают два сорта гамет А и а.

Совокупность всех генов особи называют *генотипом* (АА, Аа, аа). Совокупность всех проявленных признаков организма (цвет волос, глаз, группа крови), которые сформировались в процессе онтогенеза (на базе генотипа), называют *фенотипом*.

Тот аллель, который проявляется в фенотипе, как при гомозиготном, так и при гетерозиготном генотипе называется *доминантным* (обозначается заглавной буквой А (В)), соответственно гомозиготный генотип АА (ВВ), гетерозиготный генотип Аа (Вb).

Рецессивный аллель (обозначается прописной буквой – а (b)) проявляется в фенотипе лишь в том случае, если генотип гомозиготный (обозначается – аа (bb)). Полностью или частично подавляется в присутствии доминантного.

Таким образом, за «сборку» одного белка у особи отвечает пара генов (из гомологичных хромосом: от отца и от матери), а точнее их комбинация.

Неаллельные гены – это совершенно разные гены, кодирующие разные белки. Могут располагаться в одной и той же хромосоме, или в разных негомологичных хромосомах (обозначаются разными буквами А, В, С) (рисунок 26).



Рисунок 26 – Неаллельные гены

31

Вопросы для самоконтроля

1. Что изучает генетика?
2. Дайте определение понятиям: наследственность, изменчивость, ген, локус, гомологичные хромосомы, негомолгичные хромосомы, аллельные гены, неаллельные гены гомозиготы, гетерозиготы, генотип, фенотип, доминантный аллель, рецессивный аллель.
3. Определите число типов гамет для организмов с генотипом AaBVce и AaBbCc. Определение числа типов гамет проводится по формуле: 2^n , где n – число пар генов в гетерозиготном состоянии. Например, у организма с генотипом AAbbCC, генов в гетерозиготном состоянии нет, то есть $n = 0$, следовательно, $2^0 = 1$, и он образует один тип гамет (AbC).
4. Заполните словарь (таблица 8).

Таблица 8 – Словарь к теме 7

на русском языке	Написание слова	на родном языке
наследственность	heredity	
изменчивость	variability	
генетика	genetics	
ген	gene	
символ	symbol	
локус	locus	
соматические клетки	somatic cells	
гомолгичные хромосомы	homologous chromosomes	
аллельные гены	alleles	
аллель	allele	
гомозиготы	homozygotes	
сорт	cultivar	
гетерозиготы	heterozygotes	
генотип	genotype	
онтогенез	ontogeny	
фенотип	phenotype	
доминантный аллель	dominant allele	
рецессивный аллель	recessive allele	
неаллельные гены	non-allelic genes	

8 Наследственность

Одним из возможных способов взаимодействия аллельных генов является **полное доминирование**, при котором доминантный аллель (A) полностью подавляет действие рецессивного аллеля (a). Примером полного доминирования являются результаты опытов Грегора Менделя по скрещиванию различных сортов гороха, чётко отличающихся по одному (моногибридное скрещивание) или по двум (дигибридное скрещивание) признакам. В ходе своих экспериментов, которые и заложили основы современной генетики, Мендель установил ряд закономерностей:

Закон единообразия первого поколения – потомство (гибриды) первого поколения (F_1) одинаково по генотипу (Aa) и фенотипу, причём проявляется только доминантный признак (рисунок 27).

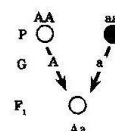


Рисунок 27 – Закон единообразия первого поколения

Закон расщепления (рисунок 28) – при скрещивании гибридов (F_1) между собой во втором поколении (F_2) происходит расщепление по фенотипу в соотношении 3:1 и по генотипу 1:2:1 (AA:2Aa:aa).

В основе закона расщепления лежит расхождение гомологичных хромосом в анафазу I мейоза и случайное распределение аллелей между гаметами.

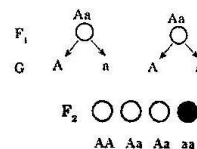


Рисунок 28 – Закон расщепления

Закон независимого наследования признаков (комбинирования генов) (для дигибридного скрещивания) – каждый признак из одной пары признаков (например, цвет горошин) может сочетаться с любым признаком из другой пары (например, форма горошин) (рисунки 29, 30).

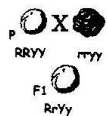


Рисунок 29 – Дигибридное скрещивание (получение гибридов F1 – проявляется закон единообразия)

	RY	Ry	rY	ry
RY	RRYY	RRyY	RrYY	RrYy
Ry	RRYy	RRyy	RrYy	Rryy
rY	RrYY	RrYy	rrYY	rrYy
ry	RrYy	Rryy	rrYy	rryy

Рисунок 30 – Дигибридное скрещивание (независимое комбинирование генов в F2)

Принцип независимого распределения также объясняется передвижением хромосом во время мейоза. При образовании гамет распределение между ними аллельных генов, находящихся в данной паре гомологичных хромосом, происходит совершенно независимо от распределения аллельных генов из других пар. Закономерности наследования, открытые Менделем, соблюдаются лишь в том случае, если гены, отвечающие за развитие различных признаков (неаллельные,

при дигибридном скрещивании) локализованы в разных парах гомологичных хромосом.

Закономерности наследования неаллельных генов, расположенных в одной хромосоме, были изучены Томасом Морганом. Он установил, что гены, расположенные в одной хромосоме, наследуются вместе, образуя группу сцепления (рисунок 31), а также, что сцепление генов может нарушаться в процессе кроссинговера (рисунок 32).

Таким образом, открытые Менделем закономерности наследования раскрывают поведение не отдельных генов, а отдельных хромосом в процессе размножения.

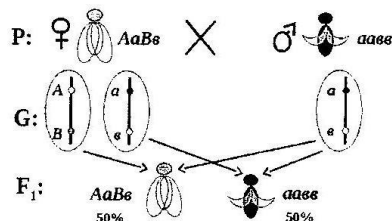


Рисунок 31 – Сцепленное наследование



Рисунок 32 – Нарушение сцепления генов в процессе кроссинговера

Вопросы для самоконтроля

- 1 Чем характеризуется полное доминирование?
- 2 Решите задачу на моногибридное скрещивание. У чёрных овец и барана родились чёрные и белые ягнята. Определите генотипы родителей и потомства, составьте схему скрещивания.
- 3 Решите задачу на дигибридное скрещивание. У собак чёрный цвет шерсти доминирует над коричневым, а короткая шерсть – над длинной. Какова вероятность рождения чёрных короткошерстных щенков от скрещивания двух особей, гетерозиготных по обоим признакам?
- 4 Чем объясняется принцип независимого комбинирования признаков?
- 5 В каком случае не соблюдаются закономерности, открытые Менделем?
- 6 Решите задачу на сцепленное наследование признаков. У томатов высокий стебель доминирует над карликовым, а шаровидная форма плода – над грушевидной. Признаки сцеплены. Какое потомство можно получить от скрещивания дигетерозиготного растения с карликовым растением, имеющим грушевидные плоды?
- 7 В результате какого процесса может нарушаться сцепление генов?
- 8 Решите задачу на образование кроссоверных гамет при сцепленном наследовании признаков. Дигетерозиготное растение с усиками и гладкими семенами скрещено с таким же растением. Гладкая форма семян и наличие усиков – доминантные, сцепленные признаки. Какое потомство можно получить в результате данного скрещивания, если 50 % гамет у мужской особи являются кроссоверными?
- 9 Заполните словарь (таблица 9).

Таблица 9 – Словарь к теме 8

Написание слова		
на русском языке	на английском языке	на родном языке
полное доминирование	complete dominance	
горох	peas	
моногибридное скрещивание	monohybrid cross	
дигибридное скрещивание	dihybrid cross	
единообразие	uniformity	
гибриды	hybrids	
расщепление	splitting	
группа сцепления	clutch group	

9 Изменчивость

В соответствии с особенностями наследования выделяют два типа изменчивости: **ненаследственную (модификационную)** и **наследственную**.

Модификационная изменчивость не связана с изменением генотипа, а является приспособлением организма к конкретным условиям обитания (усиленное развитие мышц у спортсменов, появление загара летом), затрагивает лишь соматические клетки и поэтому не передается потомкам.

Пределы модификационной изменчивости определяются генотипом и называются **нормой реакции** (рисунок 33).

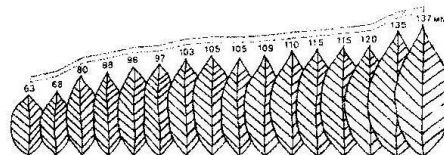


Рисунок 33 – Норма реакции длины листьев лавровишни

Наследственная изменчивость связана с изменениями в генотипе, в результате которых изменившийся признак передается по наследству и впоследствии проявляется у потомства. Различают два типа наследственной изменчивости: **комбинативную** и **мутационную**.

Комбинативная изменчивость связана с новой комбинацией генов в потомстве.

Мутационная изменчивость связана с возникновением **мутаций** – изменением количества или структуры ДНК данного организма. По характеру изменения наследственного материала мутации подразделяются на **генные**, **хромосомные** и **геномные**.

Генные мутации связаны с различными изменениями в пределах одного гена, что приводит к появлению иного белка с другими функциями.

Геномные мутации характеризуются изменением числа хромосом (рисунок 34).

Хромосомные мутации представляют собой перестройку внутри одной хромосомы, или же межхромосомные обмены (рисунок 35).

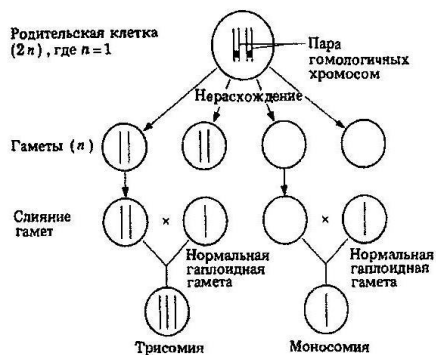


Рисунок 34 – Геномные мутации

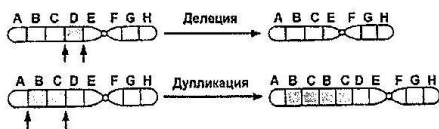


Рисунок 35 – Хромосомные мутации

- 7 Чем характеризуется мутационная изменчивость?
- 8 Перечислите виды мутаций.
- 9 Чем характеризуются геномные мутации?
- 10 Чем характеризуются геномные мутации?
- 11 Чем характеризуются хромосомные мутации?
- 12 Заполните словарь (таблица 10).

Таблица 10 – Словарь к теме 9

Написание слова		
на русском языке	на английском языке	на родном языке
модификационная изменчивость	modification variability	
норма реакции	the rate of reaction	
наследственная изменчивость	genetic variability	
комбинативная изменчивость	combinative variability	
мутационная изменчивость	mutational variability	
геномные мутации	genomic mutations	
хромосомные мутации	chromosomal mutations	

Вопросы для самоконтроля

- 1 Дайте определение термину «изменчивость».
- 2 Какие выделяют типы изменчивости?
- 3 С чем связана модификационная изменчивость?
- 4 Что показывает норма реакции?
- 5 Назовите типы наследственной изменчивости.
- 6 Чем характеризуется комбинативная изменчивость?

Литература

- 1 Билич, Г. Л. Биология для поступающих в вузы / Г. Л. Билич, В. А. Крыжановский. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : Оникс, 2008. – 1088 с.
- 2 Биология в таблицах, схемах, рисунках / под. ред. С. С. Акимова [и др.]. – М. : Лист, 1998. – 96 с.
- 3 Власова, З. А. Биология. Справочник школьника / З. А. Власова, З. А. Зорина, М. А. Валова. – М. : ТКО АСТ, 1996. – 574 с.
- 4 Дубков, С. Г. Сборник задач по общей биологии для 10–11 классов / С. Г. Дубков, И. В. Богачева, И. Р. Клевещ. – Минск : Сэр-Вит, 2012. – 88 с.
- 5 Резанова, Е. А. Биология человека. В таблицах и схемах / Е. А. Резанова, И. П. Антонова, А. А. Резанов. – М. : ООО «Арт-Диал», 2008. – 207 с.
- 6 Тейлор, Д. Биология: в 3 т. Т. 1 / Д. Тейлор, Н. Грин, У. Стаут. – М. : Мир, 2004. – 454 с.
- 7 Тейлор, Д. Биология: в 3 т. Т. 2 / Д. Тейлор, Н. Грин, У. Стаут. – М. : Мир, 2004. – 436 с.
- 8 Тейлор, Д. Биология: в 3 т. Т. 3 / Д. Тейлор, Н. Грин, У. Стаут. – М. : Мир, 2004. – 451 с.



Производственно-практическое издание

Цурикова Наталья Владимировна,
Цуриков Андрей Геннадьевич

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ. ГЕНЕТИКА

Практическое руководство

Редактор В. И. Шкредова
Корректор В. В. Казулина

Подписано в печать 14.09.2016. Формат 60х84 1/16.
Бумага офсетная. Ризография. Усл. печ. л. 2,6.
Уч.-изд. л. 2,8. Тираж 25 экз. Заказ 527.

1-51

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования
«Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»,
Свидетельство о регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/87 от 18.11.2013.
Специальное разрешение (лицензия) № 02330 / 450 от 18.12.2013.
Ул. Советская, 104, 246019, г. Гомель.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ